ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 SEPTEMBRE 1910.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** prononce l'allocution suivante :

L'Académie m'approuvera si je me fais l'interprète de ses sentiments à l'occasion de la mort de Mme Pasteur.

La compagne de notre grand Confrère avait été si longtemps liée à la vie et au labeur de Pasteur, elle était après sa mort restée si fidèlement à la garde de la maison où il repose, si attentive à maintenir l'union parmi les disciples et les continuateurs du Maître, que nous incliner devant sa dépouille c'est encore honorer son illustre époux. Je suis l'interprète de l'Académie en l'associant au deuil des enfants et à la douleur de ceux qui continuaient autour d'elle la famille scientifique de Pasteur.

M. le **Président** prend de nouveau la parole et s'exprime ainsi :

Je signale à l'Académie une nouvelle et glorieuse conquête de l'Aviation : le passage des Alpes. C'est encore une barrière qui vient de tomber, un des plus grands obstacles aux libres relations des hommes qui s'abaisse.

Nous avons honoré et récompensé le passage de la mer. Nous devons honorer celui qui, en franchissant les Alpes, a triomphé d'une difficulté plus grande et plus périlleuse. Nous ne voulons pas douter qu'il guérira de ses blessures. Je voudrais que, comme elle l'a fait pour Blériot, l'Académie pût récompenser Chavez. Si vous m'approuvez, ce vœu sera transmis à notre Commission d'Aéronautique qui nous soumettra des propositions.

Après quelques paroles de M. le **Secrétaire perpétuel**, qui appuie la proposition en demandant que de nouveaux noms civils et militaires soient inscrits sur la liste des récompenses, l'Académie décide le renvoi de la proposition à la Commission d'Aéronautique.

M. **Darboux**, au nom du Comité international des Poids et Mesures dont il est membre, présente le Tome XIV des *Travaux et Mémoires du Bureau international*, dans lequel sont minutieusement décrites les délicates opérations qui ont conduit à la connaissance précise du volume du kilogramme d'eau.

La détermination de cette relation, fondamentale pour le Système métrique, a été reprise et menée à bien en appliquant à la mesure des volumes trois méthodes différentes : une méthode de contacts, appliquée par M. *Ch.-Ed. Guillaume*, à l'étude de plusieurs cylindres de métal, et deux méthodes interférentielles distinctes, mises en œuvre respectivement par M. *P. Chappuis* et par MM. *J.-R. Benoît*, *J. Macé de Lépinay* et *H. Buisson*.

L'ensemble des travaux exposés dans l'Ouvrage conduit, d'une façon très concordante, à admettre que le volume du kilogramme d'eau, à 4° et sous la pression atmosphérique normale, est égal à $1^{dm^3},000027$. Ce nombre, qui semble aujourd'hui fixé au millionième près de sa valeur, diffère tellement peu de l'unité que, si l'on fait abstraction des déterminations de la plus haute précision, on peut admettre l'identité du litre, volume du kilogramme d'eau, et du décimètre tube.

Ce résultat, qui confirme *a posteriori* le soin et l'entente des procédés métrologiques appliqués par Lefebvre-Gineau et Fabbroni à la construction du kilogramme initial, réduit à néant les craintes exprimées à l'égard de la perfection de constitution du Système métrique, à la suite des diverses déterminations faites au cours du XIXe siècle du volume du kilogramme d'eau, et dont les résultats, largement discordants, sont soumis, en tête de l'exposé des recherches récentes, à une critique de détail qui en montre les imperfections.

MÉDECINE. — *De l'efficacité d'un émétique d'arsenic et d'antimoine dans le traitement de différentes trypanosomiases*. Note de M. **A. Laveran**.

En faisant cristalliser, dans certaines conditions, un mélange d'émétique arsénical d'aniline et d'émétique antimonial d'aniline, mon savant Collègue

de l'Académie de Médecine, M. Yvon, a obtenu de beaux cristaux hexaédriques, colorés en violet clair, renfermant de l'antimoine et de l'arsenic [1].

Les composés dans lesquels entrent soit l'arsenic, soit l'antimoine, étant ceux qui ont donné les meilleurs résultats dans la thérapeutique des trypanosomiases, il était intéressant d'étudier, au point de vue de son activité dans ces maladies, un composé qui renfermait à la fois de l'arsenic et de l'antimoine; M. Yvon a bien voulu me confier cette étude.

Les expériences ont porté sur des cobayes infectés avec le *Trypanosoma Evansi* (Surra de Maurice), avec le *Tr. gambiense*, avec le *Tr. dimorphon* et avec le *Tr. congolense*.

L'émétique d'arsenic et d'antimoine a été employé en solution aqueuse à 2 pour 100; la solution était injectée dans les muscles des cuisses, aux doses suivantes : cobayes de 500^g, 1^{cg}; cobayes de 600^g, 1^{cg},25; cobayes de 700^g, 1^{cg},50.

Le traitement n'était commencé que lorsque les trypanosomes étaient nombreux ou assez nombreux dans le sang des cobayes; il se composait de 5 injections faites à 4 ou 5 jours d'intervalle.

Les cobayes ont bien supporté les injections; dans quelques cas il y a eu une réaction inflammatoire assez vive, sans suppuration.

Les cobayes chez lesquels les trypanosomes avaient disparu du sang depuis plus de 3 mois ont seuls été considérés comme guéris.

1° *Infections produites par le* Tr. Evansi. — 2 cobayes de 500^g et 540^g ont guéri après un seul traitement (5 doses de 1^{cg} chaque); 1 cobaye de 530^g a eu une rechute après avoir subi un premier traitement; il a guéri après un deuxième traitement (4 doses de 1^{cg},25 et 1 dose de 1^{cg}).

2° *Infections produites par le* Tr. gambiense. — 3 cobayes pesant 580^g, 590^g et 630^g ont eu, tous les trois, après un premier traitement (5 doses de 1^{cg} chaque) une rechute; ils ont guéri après avoir subi un deuxième traitement pendant lequel l'émétique d'arsenic et d'antimoine a été employé à dose un peu plus forte que la première fois (1^{cg},25 à 1^{cg},50).

3° *Infections produites par le* Tr. dimorphon. — 2 cobayes, infectés par le *Tr. dimorphon* et n'ayant subi encore aucun traitement, ont guéri après avoir reçu chacun 5 doses du médicament.

5 cobayes, infectés par le *Tr. dimorphon*, qui avaient rechuté après un premier

---

[1] P. Yvon, *Sur l'émétique d'arsenic et d'aniline* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 16 mai 1910). L'étude de ces cristaux, au point de vue chimique, fera l'objet d'un travail ultérieur de M. Yvon.

traitement par l'orpiment ([1]), ont guéri facilement après avoir reçu chacun 5 doses d'émétique d'arsenic et d'antimoine. Il n'y a pas eu de nouvelles rechutes.

4° *Infections produites par le* Tr. congolense. — 2 cobayes pesant 620g et 680g ont été guéris de l'infection produite par le *Tr. congolense*, après avoir reçu chacun 5 doses d'émétique d'arsenic et d'antimoine (doses de 1cg à 1cg,50).

3 cobayes, infectés par le *Tr. Evansi* ou le *Tr. dimorphon*, ont succombé à des complications au cours du traitement, ou alors que le traitement était terminé. Les trypanosomes avaient disparu du sang, chez ces 3 cobayes.

En résumé, 15 cobayes infectés par le *Tr. Evansi*, par le *Tr. gambiense*, par le *Tr. dimorphon* ou par le *Tr. congolense* ont guéri; dans 11 cas, la guérison a été obtenue après un seul traitement composé de 5 injections; dans 4 cas, il y a eu rechute, mais la guérison a été obtenue après un deuxième traitement.

L'émétique arsénical d'aniline qui a été expérimenté comparativement avec l'émétique d'arsenic et d'antimoine a donné des résultats beaucoup moins satisfaisants. 6 cobayes infectés par le *Tr. Evansi* ou par le *Tr. gambiense* n'ont donné qu'un cas de guérison. La rechute a été de règle et les injections d'émétique arsénical d'aniline se sont montrées beaucoup plus irritantes que les injections d'émétique d'arsenic et d'antimoine ; 2 cobayes ont eu des phlegmons au point d'inoculation, un troisième a eu de la paralysie du train postérieur, ce qui a obligé à interrompre le traitement.

L'émétique d'arsenic et d'antimoine est évidemment d'une grande efficacité dans le traitement des trypanosomiases expérimentales du cobaye. Ce nouveau médicament pourra-t-il rendre des services dans les trypanosomiases des animaux domestiques et dans la maladie du sommeil ? Il est impossible pour le moment de répondre à cette question. Il est à craindre que l'émétique d'arsenic et d'antimoine ne soit trop irritant, comme les émétiques déjà expérimentés à cet égard, pour être inoculé dans les muscles chez l'homme et qu'il ne faille l'injecter dans les veines, ce qui est un sérieux inconvénient.

Les injections du nouvel émétique m'ont paru cependant moins irritantes que les injections d'émétique sodique et potassique ou d'émétique d'aniline. Une injection faite à un singe dans les muscles de la cuisse n'a provoqué aucune réaction inflammatoire et n'a pas semblé douloureuse.

([1]) A. Laveran, *Du traitement par l'orpiment des infections produites par* Tr. congolense *et par* Tr. dimorphon (*Soc. de Path. exotique*, 13 juillet 1910.)

NOMINATIONS.

L'Académie désigne le Prince **Roland Bonaparte** pour se rendre, comme délégué, au deuxième Congrès du Froid, qui se tiendra à Vienne, en octobre 1910.

CORRESPONDANCE.

M. **M. d'Ocagne** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats au poste d'Académicien libre, vacant par le décès de M. *E. Rouché*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Comptes rendus des séances de la seizième Conférence générale de l'Association géodésique internationale, réunie à Londres et à Cambridge du 21 au 29 septembre* 1909, rédigés par le Secrétaire perpétuel H.-G. van de Sande Bakhuyzen. 1er Volume : *Procès-verbaux et rapports des Délégués sur les travaux géodésiques accomplis dans leurs pays.*

2° *University of Durham Observatory. Tables of the four great satellites of Jupiter*, by R.-A. Sampson, D. sc. F. R. S.

M. **Carlos Porter** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Comparaison de deux pendules astronomiques à l'aide de signaux électriques transmis par un câble sous-marin à très longue portée.* Note de M. **R. Bourgeois**, présentée par M. Bassot.

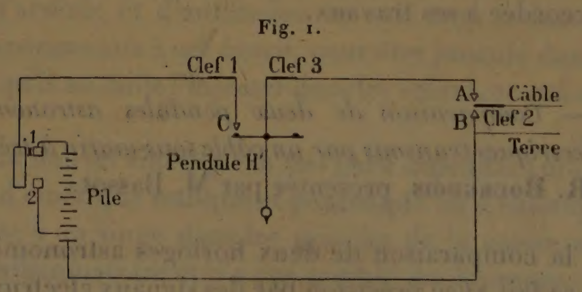
On sait que la comparaison de deux horloges astronomiques éloignées l'une de l'autre se fait avec précision par des signaux électriques, qui s'enregistrent simultanément sur des chronographes installés à chaque station. A cet effet, les chronographes ont généralement deux plumes, laissant chacune une trace sur la même bande, dont l'une marque le temps de

l'horloge locale, et dont l'autre inscrit les signaux donnés par l'observateur à l'aide d'un tope, que les signaux se rapportent aux passages des étoiles dans le cercle méridien, ou qu'ils soient quelconques pour la comparaison des horloges; mais, dans ce dernier cas, grâce à un dispositif spécial, ils s'inscrivent simultanément au poste d'émission et au poste de réception. C'est en cela que réside la solution du délicat problème des différences de longitude. Encore faut-il que l'on dispose de courants assez puissants pour obtenir l'inscription simultanée des signaux sur les deux chronographes.

Il n'en est pas ainsi quand les communications électriques se font à l'aide d'un câble à très longue portée, dans lequel on ne peut lancer que des courants très faibles, qui sont reçus sur des appareils d'une extrême sensibilité, et ne peuvent par conséquent actionner les chronographes couramment employés. Le cas se présente pour le câble reliant Dakar à Brest, d'une portée de 4500^km· environ, où les communications télégraphiques s'obtiennent à l'aide du siphon recorder de Sir W. Thomson.

Cet appareil se compose essentiellement d'une bobine de fils conducteurs traversée par le courant arrivant par le câble, enroulée autour d'un noyau de fer doux et suspendue de façon à être très mobile dans le champ d'un électro-aimant puissant. La bobine tourne à droite ou à gauche de sa position d'équilibre, suivant le sens du courant transmis par le câble, car, pour bien fonctionner, ce câble doit être alternativement chargé et déchargé. Ces mouvements, amplifiés par un système de leviers très mobiles, se transmettent à un siphon capillaire dont l'une des extrémités plonge dans un réservoir d'encre. Un vibrateur, placé sur le côté de l'appareil, fait projeter l'encre en gouttes, par l'autre extrémité du siphon, sur une feuille de papier déroulée par un mouvement d'horlogerie. Le vibrateur fonctionne avec une très grande régularité et le siphon projette un nombre très régulier de gouttes par seconde.

Fig. 1.



Exemple de réception à Brest des signaux venant de Dakar et d'inscription des secondes de l'horloge locale H'.

Ici donc, la transmission des signaux ne pourrait se faire au moyen du chronographe. Pour comparer deux pendules installées l'une à Brest et

l'autre à Dakar, à l'aide du câble, on ne peut faire usage que du siphon recorder. Il fallait par conséquent chercher un mode d'emploi de cet appareil, au lieu et place du chronographe, en tenant compte : 1° de ce que le recorder n'a qu'une seule plume; 2° de ce qu'il ne permet pas l'enregistrement direct sur la bande de la station d'émission, au signal, envoyé à la station de réception.

Pour cela nous supprimons à la station d'émission tout enregistrement sur la bande du recorder, en remplaçant les signaux tels qu'ils sont émis à des instants quelconques, quand on fait emploi du chronographe, par l'envoi automatique de signaux d'heure connue; à cet effet une horloge auxiliaire a été installée à chacune des stations télégraphiques, chacune de ces horloges pouvant être comparée d'une manière indépendante, au moyen du chronographe, à la pendule astronomique de la station correspondante, et pouvant aussi, grâce à son dispositif spécial, lancer les signaux à une heure convenue.

A la station de réception, le recorder et l'horloge auxiliaire du poste sont mis en série dans le circuit d'une pile locale. La plume du recorder inscrit par conséquent sur la bande les secondes de l'horloge auxiliaire; en outre cette plume inscrit également les signaux de comparaison venant du poste d'émission par le câble, signaux qui s'intercalent entre ceux correspondant aux secondes de l'horloge.

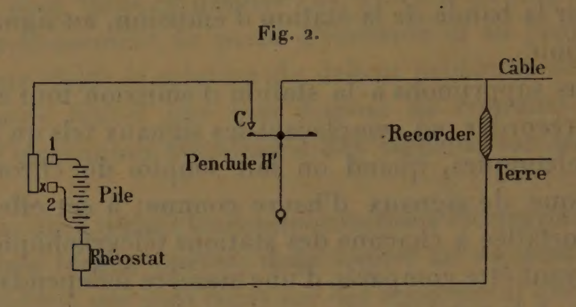
Dans le cas de l'émission, la pile étant sur 1, l'horloge auxiliaire H ferme le circuit du câble, et par conséquent envoie le signal de comparaison quand son balancier vient en contact avec C; sous les conditions que les clefs 1 et 3 aient la position figurée sur le schéma et que la clef 2 soit mise en communication avec A. Pour envoyer, par exemple, des signaux de 4 en 4 secondes, et décharger le câble après chaque émission de signal, condition essentielle, l'opérateur agira sur la clef 2, ainsi que l'indique le Tableau ci-dessous :

Temps H.......	0^s.	1^s.	2^s.	3^s.	4^s.	5^s.	6^s.	7^s.	8^s.	9^s, 10^s, 11^s, ...
Position de la clef.	B	A	$A_{(c)}$	B	B	A	$A_{(c)}$	B	B	A, $A_{(c)}$, B, ...
État du câble.....	terre	isolé	émission +	terre	terre	isolé	émission +	terre	terre	isolé, émission, terre

Dans le cas de la réception, la pile étant sur 2, la plume du recorder inscrit les battements de l'horloge H' tous les deux battements, quand le pendule vient en contact en C; en outre la plume du recorder inscrit sur la même bande les signaux émis par la station conjuguée qui lui parviennent par le câble. Un signal de temps fait au début de la réception permet de chiffrer la bande en temps de l'horloge H' et par conséquent de l'horloge fondamentale.

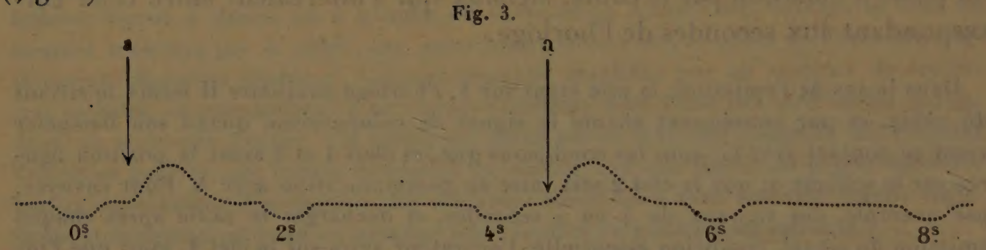
Une difficulté se présentait pour le relevé des signaux de comparaison par rapport aux signaux de temps, car la plume du recorder ne donne pas de coche à départ aussi nettement marqué que les plumes du chronographe.

Fig. 2.



Mais, par suite de l'emploi du vibrateur, le trait est composé d'une suite de points dont le nombre par seconde est connu et peut être réglé à volonté (65 par seconde d'ordinaire) et l'on distingue très nettement à la loupe, et même à l'œil nu, le point départ de la coche. Le relevé des signaux se fait donc avec une précision certainement égale à celle obtenue au moyen des releveurs de bandes dans le cas de l'enregistrement au chronographe (*fig.* 3).

Fig. 3.



Bande de siphon recorder représentant schématiquement les deux sortes de signaux. (Pour l'intelligence de la figure, les points correspondant aux oscillations du vibrateur sont moins nombreux, mais plus gros qu'en réalité.)

0s, 2s, ..., secondes paires successives de l'horloge auxiliaire.

a, *a*, ..., point initial des signaux de comparaison émanés de la station conjuguée.

Il résulte de ce qui précède que l'horloge auxiliaire doit inscrire les secondes, tantôt sur le chronographe (dans le cas de la comparaison locale à l'horloge astronomique), tantôt sur le recorder (dans le cas de la réception des signaux de comparaison). Les plumes de ces deux appareils, très dissemblables au point de vue électrique, ont forcément des retards différents dans l'instant de leur déclenchement. Il y a donc lieu de déterminer la différence de ces retards, qui est, en somme, une constante instrumentale.

Cette détermination a été faite au Laboratoire du Bureau central de l'Administration des Télégraphes, au moyen de l'oscillographe de Blondel, et les expériences ont montré que la différence des retards était inférieure au centième de seconde ; il n'y a donc pas pratiquement à en tenir compte.

L'Administration des Télégraphes avait bien voulu nous adjoindre pour ces études M. l'Ingénieur en chef Devaux-Charbonnel et M. l'Ingénieur Girousse, dont la grande expérience nous a été des plus utiles.

Le procédé qui vient d'être décrit a été mis à l'essai et a donné de très bons résultats. Il va être employé dans la détermination prochaine de la différence de longitude entre les deux postes de Brest et de Dakar, qui sera entreprise par les Ministères de la Guerre et des Colonies.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les familles de Lamé composées de surfaces possédant des points singuliers.* Note de M. **A. Demoulin.**

Supposons qu'une surface variable (S) *possédant un point singulier* O *engendre une famille de Lamé. Nous admettons que le cône tangent relatif au point* O *est algébrique et irréductible. Deux cas peuvent se présenter : ou bien ce cône n'est pas de révolution ou bien il est de révolution. Dans le premier cas, le point* O *est fixe; dans le second, ce point est fixe ou mobile; s'il est mobile, la tangente à sa trajectoire coïncide avec l'axe de révolution du cône.*

Ce théorème, qui nous a été suggéré par l'étude de quelques cas particuliers (familles de Lamé composées de cônes ou de cylindres de Dupin), peut être établi comme il suit :

Nous démontrerons d'abord que, sur la surface (S), les lignes de courbure d'un système passent toutes par le point O. Soit en effet (S') la surface parallèle à (S) obtenue en portant sur les normales de (S) des segments égaux à une constante h. Au point O correspondra la courbe (C) de contact de (S') avec la sphère de centre O et de rayon h. Cette courbe est évidemment une ligne de courbure de (S'); donc, par chacun de ses points, il passe, en général, une ligne de courbure de (S') qui lui est orthogonale. Or, sur deux surfaces parallèles, les lignes de courbure se correspondent. Il suit de là que, sur la surface (S), les lignes de courbure d'un système passent par le point O.

Parmi les lignes de courbure de l'autre système, il y en a une qui se réduit au point O; c'est celle qui correspond à la ligne (C).

Abordons maintenant la démonstration du théorème et supposons que le point O soit mobile. Comme les lignes de courbure d'un système de la surface (S) passent par le point O, une des deux familles de Lamé qui constituent avec la famille donnée un système triple-orthogonal est composée de surfaces (S_1) possédant en commun la trajectoire (Γ) du point O.

Supposons connue cette famille de Lamé. Pour en déduire une surface (S), marquons, sur (Γ), un point O et menons, par ce point, dans chacune des surfaces (S_1), les lignes de courbure (K_2), (K). Il est clair que le lieu de l'une d'elles, de (K_2), par exemple, est une surface (S).

Construisons enfin la troisième famille du système triple-orthogonal. Soit (T) une ligne de courbure de (S), orthogonale aux lignes (K_2). Par le point A où (T) rencontre une quelconque des surfaces (S_1), menons la ligne de courbure de (S_1) qui est orthogonale à la ligne de courbure (K_2) passant par le point A. Le lieu de ces lignes de courbure est évidemment une des surfaces appartenant à la famille de Lamé cherchée. Si, en particulier, on prend pour (T) celle des lignes de courbure de (S) qui se réduit au point O, la surface correspondante, que nous désignerons par (S_2), sera engendrée par les lignes de courbure (K) définies plus haut. Cette surface admet donc le point O comme point conique. Il est clair que si O varie, la surface (S_2) engendrera la famille considérée.

On voit que, des trois familles de Lamé qui composent le système triple-orthogonal, deux sont constituées par des surfaces admettant des points coniques situés sur (Γ) et la troisième par des surfaces ayant en commun la courbe (Γ).

Soient ρ, ρ_1, ρ_2 les paramètres des surfaces (S), (S_1), (S_2). Marquons, comme plus haut, sur (Γ), un point O et attachons à chacune des surfaces (S_1) le trièdre trirectangle $Oxyz$ dont les arêtes Ox, Oz sont respectivement tangentes aux courbes (K), (K_2). Ce trièdre dépend de la variable ρ_1; désignons, suivant l'usage, ses rotations par p_1, q_1, r_1; d'après la théorie des systèmes triple-orthogonaux, q_1 est nulle [1]. Soit φ l'angle que la tangente Ot à la courbe (Γ) fait avec Ox. Relativement au trièdre $Oxyz$, un des points de Ot situés à la distance *un* du point O a pour coordonnées $\cos\varphi$, o, $\sin\varphi$. En exprimant que ce point est fixe, on trouve que φ est constant. Par suite Ox et Oz engendrent des cônes de révolution autour de Ot. Le cône tangent de la surface (S) est dès lors de révolution autour de Ot et son axe de révolution est la tangente à la trajectoire du point O.

---

[1] Voir G. Darboux, *Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes*, p. 188.

Quelques mots suffisent maintenant pour achever la démonstration du théorème qui fait l'objet de cette Note.

Si le cône tangent relatif au point O n'est pas de révolution, le point O est fixe, car s'il était mobile, ce cône serait de révolution.

Lorsque le cône tangent est de révolution, son sommet peut être fixe, car tout cône variable de sommet fixe engendre une famille de Lamé.

Enfin on vient d'établir que, si le sommet est mobile, la tangente à sa trajectoire coïncide avec l'axe de révolution du cône.

En terminant, nous allons exposer rapidement une démonstration analytique du théorème actuel, mais nous nous bornerons au cas où, la surface (S) étant algébrique, le cône tangent en O est du second ordre.

Rapportons la surface (S) au trièdre $Oxyz$ dont les arêtes sont les axes du cône tangent. Les translations ξ, η, ζ et les rotations p, q, r de ce trièdre dépendent, comme (S), d'un paramètre u. L'équation de (S) est de la forme

$$(1) \qquad o = \varphi = ax^2 + by^2 + cz^2 + \ldots$$

Le cône tangent étant irréductible, abc est $\neq 0$.

En exprimant que la fonction φ satisfait à l'équation (44) (p. 94) de l'Ouvrage cité (la valeur de la quantité φ' qui figure dans cette équation étant celle qui est donnée dans le même Ouvrage, p. 106), on obtient une relation entre x, y, z, u, relation qui doit être vérifiée, soit identiquement, soit en vertu de l'équation (1). On a, dans les deux cas,

$$(2) \qquad \xi(b-c)^2 = 0, \qquad \eta(c-a)^2 = 0, \qquad \zeta(a-b)^2 = 0.$$

Si le cône tangent n'est pas de révolution, le produit $(a-b)(b-c)(c-a)$ est $\neq 0$. Les relations (2) donnent alors $\xi = \eta = \zeta = 0$. Le point O est donc fixe.

Si le cône tangent est de révolution autour de Oz, on a $a = b \neq c$ et des relations (2) on déduit $\xi = 0$, $\eta = 0$. Si $\zeta = 0$, le point O est fixe; si ζ n'est pas nulle, la trajectoire du point O est tangente à l'axe de révolution.

Remarque sur la Communication précédente, par M. Gaston Darboux.

A la page 505 de la deuxième édition de mes *Leçons sur les Coordonnées curvilignes,* édition entièrement terminée et qui est en ce moment au brochage, j'ai démontré la très intéressante proposition de M. A. Demoulin

relative aux cyclides qui forment une famille de Lamé et j'ai ajouté en note la remarque suivante dont j'invitais le lecteur à chercher la démonstration :

Lorsque les surfaces qui font partie d'une famille de Lamé ont des points coniques variables formant une suite continue, les cônes tangents aux surfaces en ces points forment aussi une famille de Lamé. Par suite, si ce sont de véritables cônes, ils doivent être de révolution et leurs axes doivent envelopper la courbe décrite par leur sommet.

C'est, on le voit, l'essentiel de la proposition à laquelle M. A. Demoulin a été conduit par ses recherches personnelles et sans connaître mon Ouvrage.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Formes canoniques des équations générales du mouvement d'un corpuscule dans un champ magnétique et un champ électrique superposés.* Note (¹) de M. **Carl Störmer.**

Dans une Note précédente (voir les *Comptes rendus*, même Tome, p. 542) nous avons fait voir que les équations de la trajectoire s'obtiennent en annulant la variation de l'intégrale

$$\int\left(\sqrt{2(-\alpha V+h)}\,dS-\alpha U\,dW\right).$$

Introduisons des coordonnées curvilignes q_1, q_2, q_3 quelconques ; alors l'intégrale devient

$$\int p\,dq_3,$$

où

$$p=\sqrt{2(-\alpha V+h)}\sqrt{m_{11}q'^2_{(1)}+m_{22}q'^2_{(2)}+\ldots+m_{33}}-\alpha U\left(\frac{\partial W}{\partial q_1}q'_{(1)}+\frac{\partial W}{\partial q_2}q'_{(2)}+\frac{\partial W}{\partial q_3}\right).$$

En annulant la variation, on trouve le système

$$\frac{d}{dq_3}\left(\frac{\partial p}{\partial q'_{(1)}}\right)-\frac{\partial p}{\partial q_1}=0,$$
$$\frac{d}{dq_3}\left(\frac{\partial p}{\partial q'_{(2)}}\right)-\frac{\partial p}{\partial q_2}=0.$$

Posons ici

$$\frac{\partial p}{\partial q'_{(1)}}=p_1,\qquad \frac{\partial p}{\partial q'_{(2)}}=p_2$$

(¹) Reçue dans la séance du 19 septembre 1910.

et

$$K = p_1 q'_{(1)} + p_1 q'_{(2)} - p,$$

où les dérivées $q'_{(1)}$ et $q'_{(2)}$ sont partout supposées remplacées par leurs expressions en fonction de p_1, p_2, q_1 et q_2. Cela posé, d'après des théorèmes connus, les équations de mouvement du corpuscule peuvent être écrites *sous la forme canonique*

$$(\mathrm{K}) \qquad \begin{cases} \dfrac{dp_1}{dq_3} = -\dfrac{\partial K}{\partial q_1}, & \dfrac{dq_1}{dq_3} = \dfrac{\partial K}{\partial p_1}, \\ \dfrac{dp_2}{dq_3} = -\dfrac{\partial K}{\partial q_2}, & \dfrac{dq_2}{dq_3} = \dfrac{\partial K}{\partial p_2}. \end{cases}$$

Nous allons calculer la fonction K pour le cas où

$$q_1 = y, \qquad q_2 = z, \qquad q_3 = x.$$

Alors

$$p = \sqrt{2(-\alpha V + h)}\sqrt{y'^2 + z'^2 + 1} - \alpha U\left(\frac{\partial W}{\partial y}y' + \frac{\partial W}{\partial z}z' + \frac{\partial W}{\partial x}\right),$$

où

$$y' = \frac{dy}{dx} \qquad \text{et} \qquad z' = \frac{dz}{dx}.$$

Cela donne

$$\sqrt{2(-\alpha V + h)}\frac{y'}{\sqrt{y'^2 + z'^2 + 1}} - \alpha U\frac{\partial W}{\partial y} = p_1,$$
$$\sqrt{2(-\alpha V + h)}\frac{z'}{\sqrt{y'^2 + z'^2 + 1}} - \alpha U\frac{\partial W}{\partial z} = p_2$$

et, après quelques calculs,

$$K = \alpha U\frac{\partial W}{\partial x} - \sqrt{2(-\alpha V + h) - \left(p_1 + \alpha U\frac{\partial W}{\partial y}\right)^2 - \left(p_2 + \alpha U\frac{\partial W}{\partial z}\right)^2}.$$

Nous allons en déduire une forme canonique *avec t comme variable indépendante*. Remarquons d'abord que l'intégration du système (K), d'après un théorème de Jacobi, est équivalent au problème de trouver l'intégrale générale de l'équation aux dérivées partielles

$$\frac{\partial \Omega}{\partial q_3} + K\left(\frac{\partial \Omega}{\partial q_1}, \frac{\partial \Omega}{\partial q_2}, q_1, q_2\right) = 0,$$

où les variables p_1 et p_2 sont remplacées dans K par $\dfrac{\partial \Omega}{\partial q_1}$ et $\dfrac{\partial \Omega}{\partial q_2}$ respectivement.

Dans le cas particulier considéré, cette équation peut s'écrire, en chassant

la racine carrée,

$$(\Omega)\quad \left(\frac{\partial\Omega}{\partial x}+\alpha U\frac{\partial W}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\Omega}{\partial y}+\alpha U\frac{\partial W}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial\Omega}{\partial z}+\alpha U\frac{\partial W}{\partial z}\right)^2=2(-\alpha V+h).$$

Cela conduit à chercher si les équations (1) de ma Note précédente peuvent s'écrire sous la forme

$$(\mathrm{H})\quad \left\{\begin{array}{ll} \dfrac{dp_1}{dt}=-\dfrac{\partial H}{\partial x}, & \dfrac{dx}{dt}=\dfrac{\partial H}{\partial p_1}, \\ \dfrac{dp_2}{dt}=-\dfrac{\partial H}{\partial y}, & \dfrac{dy}{dt}=\dfrac{\partial H}{\partial p_2}, \\ \dfrac{dp_3}{dt}=-\dfrac{\partial H}{\partial z}, & \dfrac{dz}{dt}=\dfrac{\partial H}{\partial p_3}, \end{array}\right.$$

avec l'intégrale des forces vives $H=h$, où H est fonction de x, y, z, p_1, p_2 et p_3 seuls. On vérifie alors sans peine que

$$2H=\left(p_1+\alpha U\frac{\partial W}{\partial x}\right)^2+\left(p_2+\alpha U\frac{\partial W}{\partial y}\right)^2+\left(p_3+\alpha U\frac{\partial W}{\partial z}\right)^2+2\alpha V,$$

et l'on a ainsi *les équations de mouvement sous forme canonique avec t comme variable indépendante.*

Dans le cas des coordonnées curvilignes quelconques q_1, q_2 et q_3, on trouve de même le système canonique

$$\frac{dp_i}{dt}=-\frac{\partial H}{\partial q_i},\quad \frac{dq_i}{dt}=\frac{\partial H}{\partial p_i}\qquad (i=1, 2, 3),$$

avec l'intégrale des forces vives

$$H=h.$$

Ici H est défini par l'équation

$$2H=\sum_{i,k} M_{ik}\left(p_i+\alpha U\frac{\partial W}{\partial q_i}\right)\left(p_k+\alpha U\frac{\partial W}{\partial q_k}\right)+2\alpha V,$$

les M_{ik} étant définis dans ma Note du 2 mars 1908.

On vérifie aisément que le système (H) peut aussi s'écrire

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial F}{\partial x'}\right)-\frac{\partial F}{\partial x}=0,$$
$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial F}{\partial y'}\right)-\frac{\partial F}{\partial y}=0,$$
$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial F}{\partial z'}\right)-\frac{\partial F}{\partial z}=0,$$

où

$$2F = x'^2 + y'^2 + z'^2 - 2\alpha U \frac{\partial W}{\partial x} x' - 2\alpha U \frac{\partial W}{\partial y} y' - 2\alpha U \frac{\partial W}{\partial z} z' - 2\alpha V.$$

Ce sont précisément les équations qu'on obtient en annulant la variation de l'intégrale

$$\int_{t_0}^{t_1} 2F\, dt.$$

Si le champ magnétique est nul, on retombe sur le principe d'Hamilton.

Disons enfin quelques mots sur l'intégration du système (H). D'après la théorie des systèmes canoniques, il suffit de connaître *trois intégrales premières*, distinctes de l'intégrale des forces vives, pour réduire l'intégration aux quadratures.

Si, en particulier, les m_{ik} et les champs magnétiques et électriques sont indépendants d'une des coordonnées q, alors une étude approfondie des fonctions U et W fait voir que l'intégration se réduit à *l'intégration d'une équation différentielle du second ordre et des quadratures; il suffit même de connaître une intégrale première ne contenant pas t et différente de l'intégrale des forces vives pour achever l'intégration par des quadratures.*

PHYSIOLOGIE. — *De l'action oculaire expérimentale des poussières de routes goudronnées.* Note de MM. **H. Truc** et **C. Fleig**, présentée par M. Ch. Bouchard.

Les poussières des diverse natures provoquent fréquemment des troubles oculaires. Ces poussières sont accrues, sur les routes, d'un côté par l'automobilisme, mais activement combattues, de l'autre, par les mesures hygiéniques, plus particulièrement par le goudronnage. Ayant appris que, dans plusieurs circuits d'automobilistes, les poussières des routes goudronnées avaient nettement paru plus irritantes pour l'œil que les poussières des routes non goudronnées, nous avons cherché à nous rendre compte, par des faits précis, de cette nocuité spéciale. A défaut d'observations chimiques personnelles, nous avons étudié les quelques faits signalés à ce sujet dans la littérature et surtout expérimenté chez l'animal l'action oculaire comparée de poussières de routes non goudronnées et de poussières de routes plus ou moins riches en goudron. Nous avons cherché enfin à élucider le mécanisme de la nocuité spéciale de ces dernières. Nous synthétisons ici nos résultats.

I. Les poussières de chaussées urbaines non goudronnées, recueillies sur le sol ou dans l'atmosphère, ne produisent, chez le lapin, aucun trouble oculaire lorsqu'elles sont appliquées par saupoudrages peu souvent répétés. Lorsqu'aux saupoudrages se joint une légère action traumatisante (frictions, scarifications), il se produit des conjonctivites avec hypersécrétion, mais peu durables.

II. Étant donné le mode d'action du goudron dans la diminution de la poussière et le mode de formation des poussières sur les routes goudronnées, la richesse en goudron de ces poussières varie suivant l'ancienneté du goudronnage et l'état du revêtement de goudron; aussi les accidents oculaires dus à ces poussières sont-ils variables suivant ces facteurs; les vapeurs émanées des revêtements de goudron récents entrent aussi en ligne de compte : c'est ce qui ressort notamment des conditions de production des rares accidents oculaires observés chez l'homme, à la suite de courses sur circuits récemment goudronnés et par les temps chauds, qui ont consisté en des conjonctivites, mais sur la nature exacte et l'évolution desquelles les détails manquent.

III. L'étude de l'action oculaire comparée de poussières de routes non goudronnées (à empierrement calcaire ou basaltique), de poussières de routes de même nature goudronnées depuis plus ou moins longtemps, à revêtement de goudron plus ou moins bien conservé, et de poussières artificiellement réalisées par broyage de revêtements de routes goudronnées, appliquées par saupoudrage fréquemment répétés dans l'œil du lapin ou du chien [1], nous a donné les résultats suivants :

a. Les poussières non goudronneuses ne produisent que de légères blépharo-conjonctivites, peu durables, pouvant même guérir spontanément malgré la continuation des applications oculaires.

b. Les poussières de routes goudronnées depuis longtemps, à revêtement de goudron plus ou moins disparu, produisent des troubles oculaires tout à fait comparables aux précédents ou très légèrement plus marqués.

c. Les poussières de routes goudronnées depuis longtemps, mais à revêtement de goudron bien conservé, provoquent des lésions oculaires beaucoup plus importantes,

---

[1] A la suite de considérations que nous développons dans un Mémoire d'ensemble sur le même sujet, nous sommes arrivés à la conclusion, paradoxale en apparence, que, chez les animaux dont l'œil est pourvu d'une troisième paupière, la méthode du saupoudrage oculaire direct n'a rien d'antiphysiologique et paraît devoir être préférée à la méthode consistant à les exposer à des nuages de poussière.

caractérisées : 1° par une conjonctivite à forme d'abord hyperhémique, plus ou moins œdémateuse, puis purulente, avec ectropion et blépharite glandulo-ciliaire ; 2° par de la dacryoadénite; 3° par une infiltration kératique plus ou moins durable.

d. Les poussières artificiellement réalisées par pulvérisation du revêtement de routes antérieurement goudronnées ont produit des lésions beaucoup plus graves : conjonctivite à forme œdémateuse extrêmement accentuée, s'accompagnant d'ectropion volumineux des deux paupières, avec écoulement muqueux d'abord, puis muco-purulent, puis purulent; blépharite glandulo-ciliaire à forme hypertrophique avec chute des cils et œdème cutané ; infiltration kératique diffuse, puis kératite interstitielle progressive et ulcérations cornéennes; exsudats fibrineux abondants aboutissant à la formation de kérato-conjonctivites pseudo-membraneuses; ecchymoses sous-conjonctivales et épisclérite chronique; descemétite et aquo-capsulite, iritis avec adhérences irido-cornéennes; dacryoadénite. La blépharo-conjonctivite régresse assez vite, après la cessation des saupoudrages, mais les lésions d'épisclérite et de kératite ne rétrocèdent que très lentement et, finalement, les parties de la cornée qui ont été les plus atteintes restent opacifiées par des leucomes plus ou moins étendus.

IV. Des expériences faites avec des poussières artificielles réalisées par pulvérisation de mélanges de goudron de houille et de poudres inertes (craie, pierre ponce, talc) à des titres différents, confirment les observations précédentes, en ce sens que les lésions obtenues ont été d'autant plus marquées que les poussières étaient plus riches en goudron; les lésions cependant ont été beaucoup moins accentuées que celles qui sont dues aux poussières artificiellement réalisées avec les revêtements de routes goudronnées, en raison de la stérilité à peu près absolue des mélanges de goudron et de poudres inertes. Elles ont été assez analogues à celles des poussières de routes antérieurement goudronnées et à revêtement de goudron bien conservé.

V. Les applications oculaires de goudron de houille pur, employé en badigeonnages cornéo-conjonctivaux, ont été beaucoup moins graves (blépharo-conjonctivite œdémateuse, infiltration kératique) que les lésions produites par les poussières riches en goudron, l'action mécanique de la poussière et l'action de ses germes vivants étant ainsi supprimées.

VI. La plus grande nocuité des poussières de routes goudronnées est due : 1° avant tout, initialement du moins, à l'action chimique (caustique et toxique) des composés du goudron contenus dans la poussière sur les muqueuses oculaires; 2° secondairement à l'irritation mécanique produite sur l'œil par ces poussières; 3° aux microbes se trouvant dans ces poussières, l'infection étant favorisée par les lésions d'ordre chimique et mécanique.

Un fait qui confirme bien la prédominance de l'action chimique, c'est la

richesse moins grande en microbes des poussières de routes goudronnées par rapport aux poussières de routes non goudronnées.

VII. Les lésions oculaires réalisées expérimentalement et les rares observations faites chez l'homme ne nous paraissent point constituer un argument contre le goudronnage des routes, qui, presque à tous égards, est très satisfaisant et dont l'application réalisée dans de bonnes conditions techniques est susceptible de diminuer encore les chances de production des accidents oculaires.

PHYSIOLOGIE. — *Observations de calorimétrie animale faites au mont Blanc.* Note de MM. **H. Guillemard** et **G. Regnier**, transmise par M. Armand Gautier.

Nous avons fait au mois de juillet dernier une série d'expériences de calorimétrie à des altitudes croissantes : Paris, Chamonix (1050^m), Grands-Mulets (3050^m), Observatoire Vallot (4350^m). Nous opérions sur nous-mêmes à l'aide de l'anémo-calorimètre de M. d'Arsonval; cet instrument, à la fois transportable et précis, s'est admirablement prêté à l'observation dans les circonstances particulièrement difficiles où nous avons dû opérer. Les expériences ont été effectuées dans des conditions aussi identiques que possible: avant chaque série d'expériences, l'appareil était vérifié à l'aide d'une source de chaleur sensiblement constante (bougie), et il s'est toujours montré parfaitement comparable à lui-même; le sujet était assis et aucune modification notable n'était apportée dans la composition du vêtement; enfin les expériences avaient lieu aux mêmes heures, l'après-midi et le matin à jeun. Suivant les indications de M. d'Arsonval ([1]), nous avons gradué l'appareil avec une exactitude suffisante pour des mesures comparatives en nous servant de bougies de l'Étoile (8 à la livre) qui dégagent en moyenne 95 calories à l'heure et déterminaient dans notre appareil un courant d'air de 43^m à la minute; on calcule aisément le nombre de calories dégagées par le sujet en expérience sachant que cette quantité est proportionnelle au carré de la vitesse du courant d'air.

Le Tableau suivant réunit les moyennes des résultats obtenus dans les nombreuses expériences que nous avons effectuées :

([1]) *Archives de Physiologie*, avril 1894.

Lieux.	Sujets [1].	Conditions climatériques. Température.	Pression.	Vitesse du courant d'air par minute.	Calories dégagées par heure.	Température rectale.
		°	mm	m	Cal	°
Paris.	H. G...	17,2	755	36,8	69,63	37,35
	G. R...	17,7	755	36,9	69,90	37,29
Chamonix (1050m).	H. G...	18,9	678	35,4	64,31	37,20
	G. R...	18,6	678	35,0	62,98	37,30
Grands-Mulets (3050m).	H. G...	10	532	39,0	78,18	37,43
	G. R...	10	534	38,2	74,86	36,93
Obs. Vallot (4350m).	H. G...	4,1	453	43,0	95,19	37,51
	G. R...	3,5	453	42,25	91,20	37,10

De l'examen de ces chiffres se dégagent les conclusions suivantes :

1° En ce qui concerne la température du corps, on n'observe pas de variation notable quand on passe de l'altitude de Paris à celle du mont Blanc; ces résultats concordent avec ceux obtenus par Lortet et par Porel.

2° Par contre, dans les conditions où nous nous sommes placés, la chaleur dégagée augmente sensiblement au mont Blanc; dans nos expériences elle a subi une augmentation d'un tiers environ. Ce fait s'accorde avec les résultats que nous a fournis en 1909 [2], dans les mêmes conditions, l'étude du chimisme respiratoire. Cette augmentation des combustions est, au moins pour une grande part, attribuable à l'abaissement de la température extérieure; M. Küss [3] a en effet montré que, si l'on soustrait complètement les sujets en expérience à l'action périphérique du froid, les autres conditions restant les mêmes, les conditions intraorganiques, mesurées par les échanges respiratoires, ne sont pas notablement modifiées.

Rappelons que, ainsi que nous l'avons observé [4], le séjour en haute montagne détermine une élimination très exagérée d'alcaloïdes urinaires; ce fait, joint à l'oligurie qui semble en être la conséquence, nous a paru jouer un rôle important dans la genèse du mal de montagne. On peut attribuer cette surproduction alcaloïdique à ce que la lutte de l'organisme contre le refroidissement détermine en particulier un hyperfonctionnement musculaire qui, en montagne, doit s'effectuer en milieu anoxyhémique jusqu'à ce que l'organisme soit acclimaté par hyperglobulie; la dépense d'oxygène augmente quoique la quantité disponible soit réduite; il est dès lors possible que, à une formation exagérée, se joigne un défaut d'oxydation des leuco-

---

(1) H. G. = 87kg; G. R. = 76kg.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLIX, 1909, p. 1151.

(3) *Journal de Physiol. et Pathol. gén.*, t. VII, 1905, p. 982.

(4) *Journal de Physiol. et Pathol. gén.*, t. VIII, 1906, p. 593.

maïnes; d'où une véritable auto-intoxication dont les symptômes ne seraient autres que ceux du mal de montagne (oligurie, céphalalgie, insomnie, anorexie, asthénie, œdèmes, etc.).

Au point de vue pratique nous pouvons noter qu'il est tout à fait indiqué, pour lutter contre le mal de montagne, de se soustraire autant que possible à l'action du froid.

Nous n'avons pu poursuivre ces expériences à l'observatoire du Sommet nouvellement installé, des tempêtes continuelles et d'une extrême violence rendant l'ascension périlleuse pour les porteurs. Nous avons pourtant pu séjourner au nouvel observatoire et y faire des observations de tension artérielle.

MÉDECINE. — *Propriétés du sérum des malades convalescents et des animaux guéris de typhus exanthématique.* Note de MM. **Charles Nicolle** et **E. Conseil**, présentée par M. E. Roux.

I. Pouvoir préventif. — *Première expérience.* — Le bonnet chinois 57 reçoit le 14 juillet à midi sous la peau 4^{cm^3} d'un mélange de sérum *filtré* des deux malades 50 et 51 ayant présenté un typhus grave et guéris depuis 11 et 9 jours. Le même jour, il est inoculé à 6^h du soir, soit 6 heures *plus tard*, dans la cavité péritonéale avec 4^{cm^3} de sang du malade 37 (cas grave au dixième-douzième jour, 4 jours avant la chute thermique) : *résultat négatif.*

Témoins : le magot 5, inoculé dans le péritoine avec la même dose du même sang (cas 37), le même jour, à la même heure : incubation 14 jours, typhus grave de 5 jours, hypothermie, mort au vingt-neuvième jour (le sang du magot 5, prélevé au deuxième jour de son typhus, s'est montré virulent pour le bonnet 68). Le bonnet 20, inoculé avec la même dose du même sang dans le péritoine, la veille : incubation 16 jours, typhus grave de 7 jours, hypothermie, mort 6 jours après la fin de la fièvre.

Deuxième expérience. — Le magot 6 reçoit le 26 juillet à 6^h du soir, sous la peau, 2^{cm^3} d'un mélange de sérum *filtré* des trois malades 51, 52, 53 ayant présenté un typhus grave et guéris depuis 14 (le 51) et 11 jours (les deux autres). Le lendemain à 8^h du soir, soit 26 *heures plus tard*, il est inoculé dans la cavité péritonéale avec 5^{cm^3} de sang du bonnet 31 (sixième passage du virus par singes). Le bonnet 31 en est au deuxième jour d'un typhus grave. *Résultat négatif.*

Témoin : le magot 7, inoculé dans la cavité péritonéale avec la même dose du même sang (bonnet 31), le même jour, à la même heure : incubation

9 jours, typhus grave de 10 jours, hypothermie, mort. Son sang, prélevé au sixième jour de son typhus, s'est montré virulent pour les bonnets 52, 61, 62.

Troisième expérience. — Les singes utilisés sont les bonnets 61 et 62 neufs, 52 et 53 ayant été piqués antérieurement sans résultat par des poux infectés (nous rapporterons ultérieurement ces expériences). Tous les quatre reçoivent le 10 août dans la cavité péritonéale 5^{cm^3} du sang du magot 7 (voir plus haut), au sixième jour de son typhus. En même temps, les bonnets 61 et 53 sont inoculés sous la peau avec un mélange de sérum *filtré* des malades 37, 54, 56 guéris depuis 10, 20 et 27 jours.

Le bonnet 53 (vacciné) est demeuré indemne. Les bonnets 61 (vacciné) 62 et 52 (témoins) ont fait un typhus grave après 6, 5 et 5 jours d'incubation ; le bonnet 61 n'a donc tiré aucun bénéfice de l'inoculation du sérum.

Quatrième expérience — Le bonnet 50 reçoit sous la peau le 16 août à 4^h du soir 2^{cm^3} du sérum non filtré du chimpanzé 3, guéri du typhus depuis 3 mois et réinoculé sans résultat (avec un sang virulent pour les témoins) 35 jours auparavant. Le lendemain à 9^h du matin, soit 17 *heures après*, on lui injecte dans la cavité péritonéale, ainsi qu'au bonnet 48 (témoin), 5^{cm^3} de sang du malade 38 au troisième jour d'un typhus mortel.

Le bonnet 48 a contracté un typhus grave de 16 jours de durée, après 7 jours d'incubation; le bonnet 50, un typhus moyen de 7 jours après 13 jours d'incubation. Il y a donc eu chez ce singe retard de 6 jours dans l'apparition du typhus et maladie moins grave.

Ces expériences prouvent l'*action préventive* du sérum des guéris. Cette action s'est montrée *complète* avec le sérum prélevé chez les malades 9 à 11 jours après la chute de la température (expériences 1 et 2); elle a été *incomplète ou infidèle* avec des sérums recueillis à une date plus tardive (expériences 3 et 4).

II. Pouvoir curatif. — *Cinquième expérience.* — Le 21 juillet au soir, nous inoculons, sous la peau des bonnets chinois 31 et 56 et du magot 4, 2^{cm^3} du mélange de sérums utilisé pour l'expérience 1; une inoculation identique leur est pratiquée à nouveau le lendemain soir.

Ces trois singes étaient atteints, au moment de la première inoculation sérique, d'un typhus grave aux cinquième (bonnet 31) et neuvième jours (bonnet 56 et magot 4). Chez ces trois animaux, l'inoculation du sérum a produit une *amélioration très rapide* et saisissante de l'état général. La baisse de la température s'est produite en 48 heures pour le magot et le bonnet 56; graduellement en 6 jours pour le bonnet 31.

Sixième expérience. — Le bonnet 62 atteint de typhus grave reçoit le matin du cinquième jour sous la peau 2^{cm^3} de sérum employé pour la troisième expérience; baisse immédiate de la température qui remonte le sixième jour (soir); on lui fait alors une deuxième inoculation du même sérum à même dose, baisse nouvelle de 24 heures de durée; puis réascension, la maladie dure encore 4 jours.

Septième expérience. — Malade 58 atteint de typhus grave. Inoculation de 20^{cm^3} du même sérum que dans l'expérience précédente le dixième jour; de même le onzième jour; 10^{cm^3} le douzième jour, amélioration de l'état général; la température tombe le treizième jour, mais remonte le quatorzième jour; on inocule 20^{cm^3} d'un autre sérum (malade 57 au quatorzième jour de l'apyrexie), baisse immédiate, guérison au seizième jour; convalescence d'une brièveté remarquable.

Donc, *au point de vue curatif*, résultats analogues à ceux observés par l'emploi préventif du sérum; *action très nette* avec des sérums prélevés du neuvième au quatorzième jour de la convalescence; *infidèle* ou *nulle* avec des sérums recueillis à une époque plus tardive.

La disparition du typhus de Tunis au mois d'août ne nous a pas permis de poursuivre nos essais sur l'homme.

Avant nous, MM. Legrain (1895) et Raynaud (1896), en Algérie, avaient obtenu des résultats inconstants par l'emploi du sérum de convalescents dans le traitement des typhiques, les doses inoculées étaient parfois très faibles et ces auteurs ne semblent point s'être préoccupés de recueillir le sérum de leurs malades à une époque de la convalescence plutôt qu'à une autre. Aucun essai n'avait été tenté jusqu'à présent au point de vue préventif.

Nos expériences démontrent de façon indiscutable l'existence de propriétés préventives et curatives dans le sérum des convalescents ou animaux guéris de typhus. Ces propriétés paraissent ne s'y conserver que pendant un temps assez court après la défervescence. Il y aura lieu de tenir compte de ce fait dans les essais ultérieurs de la méthode.

GÉOLOGIE. — *Sur le mode de formation du phosphate tricalcique d'Algérie et de Tunisie.* Note (1) de M. **Joseph Roussel.**

L'analyse d'un grand nombre d'échantillons de phosphate d'Algérie et de Tunisie m'a révélé que, dans une couche donnée, le rapport des quantités de phosphate tricalcique et de carbonate de calcium reste sensiblement

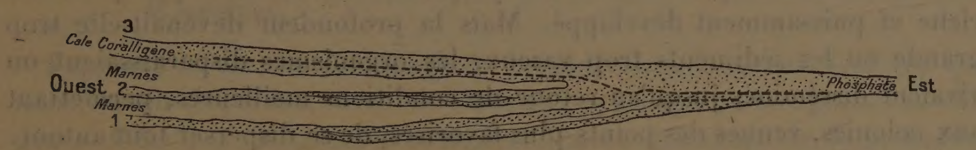
(1) Reçue dans la séance du 19 septembre 1910.

constant, lorsque la silice, qui se substitue à ces deux éléments, mais d'abord au calcaire, reste constante : la silice est l'élément le plus variable d'un phosphate.

D'autre part, l'étude de la stratification fait connaître que le phosphate tricalcique est sous forme de couches très étendues, suivant toutes les directions, ou de lentilles moins importantes, mais qu'il s'est constamment déposé dans les mers largement ouvertes à la profondeur où vivent les Coraux et les Ostracés.

Un autre fait remarquable est le suivant :

Lorsqu'on suit les couches de phosphate de l'horizon moyen, de même que celles de l'horizon supérieur, on observe que les marnes intercalées deviennent nulles par endroits les unes après les autres, de façon que deux couches séparées jusque-là se juxtaposent, ou bien que ces marnes disparaissent toutes simultanément, de sorte que l'ensemble des couches ne forme qu'une masse unique et indivise. Par exemple, dans le flanc sud de l'anticlinal du Maadid, on remarque que toutes les couches de l'horizon moyen se groupent en une strate unique de phosphate épaisse de 4^{m}; et il



n'existe pas de gisement important où ne se manifeste un phénomène analogue.

Or *c'est généralement dans les points où le phosphate atteint son maximum d'épaisseur qu'il présente le maximum de richesse.*

Les fossiles sont rares dans les phosphates, et, si l'on en excepte quelques points du sud de la Tunisie et du sud-est de l'Algérie, il en est de même pour les marnes et les calcaires intercalés. Toutefois la couche 3 de l'horizon moyen renferme un ruban de rognons coralligènes et, par endroits, les *Ostrea* tendent à envahir les dépôts; mais dans ces points, la teneur en phosphate est moindre.

Enfin les nodules de phosphate sont souvent quasi microscopiques et présentent les formes les plus diverses : ce ne sont pas des coprolithes.

Ainsi donc, au moment de leur formation, les phosphates se sont constitués d'un mélange intime de phosphate et de carbonate de calcium et se sont déposés dans des mers ouvertes; et tandis qu'en certains points ils ont pu se déposer sans interruption, depuis la première heure jusqu'à la der-

nière, dans d'autres, leur formation a été fréquemment interrompue, et des sédiments vaseux ou calcaires les ont remplacés.

La plupart des savants qui se sont occupés du phosphate tricalcique sédimentaire lui ont attribué une origine animale, et je suis de leur avis. Mais dans la masse des dépôts de cette sorte qui s'étendent, à divers niveaux, à une partie notable de l'Algérie et de la Tunisie et qu'il convient d'évaluer par billions de tonnes, il faut se garder de ne voir qu'un dépôt d'ossements ou de coprolithes, car ces vestiges y sont à peine représentés. Il faut se garder aussi d'y voir un dépôt lagunaire formé dans des sebkras, où, comme dans un laboratoire naturel, auraient réagi les uns sur les autres les divers éléments du phosphate, car celui-ci s'est formé dans une mer ouverte dans toutes les directions, sur plusieurs centaines de kilomètres.

Dans cette mer devait exister, comme dans les mers de tous les lieux et de tous les âges, du phosphate monocalcique en dissolution, et peut-être s'en trouvait-il là plus qu'ailleurs. Et il s'est rencontré sans doute des organismes adaptés au milieu qui ont sécrété du phosphate tricalcique, de même que du carbonate de calcium à la façon des cellules osseuses. Là où ces organismes ont pu s'établir et se perpétuer librement, le phosphate est riche et puissamment développé. Mais la profondeur devenait-elle trop grande ou les sédiments trop vaseux, les organismes disparaissaient ou vivaient disséminés jusqu'au retour de conditions meilleures, permettant aux colonies, venues des points plus favorisés, de se disperser tout autour. Il semble que ces organismes aient toujours existé; car, à toutes les époques, il s'est formé des phosphates sédimentaires. Et rien ne prouve qu'ils n'existent pas encore dans ces mers où vivent des myriades d'infiniment petits, qui ne se révèlent à nous que par cette phosphorescence dont ils illuminent les grands fonds, de même que les flots agités.

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.